

# ABU BATUBARA SEBUAH KONSEP INOVATIF BAGI PRODUKSI BATA ABU-ABU UNTUK MEMPEROLEH KEKUATAN TINGGI DAN AMAN TERHADAP LINGKUNGAN (A Literatur Study)

Maryo Pitanda Eisenring\*

## Abstract

*Several experiments have been conducted by using Fly Ash and some similar materials, such as lime, sand, gypsum, quarry dust, Fibre Glass for Bricks-making, which generally aims to get a high-strength brick, and safe for the environment. Fly Ash classified as a B-3 waste is a coal combustion residue generated from burning coal in Steam power plant. Because Fly Ash contains  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$  and  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , the levels are quite high; the nature of its cement characteristic (pozzolonic) is very good for the use of construction industry. In this paper Fal-G brick production process, uses of **rap-trap bond** in Fal-G brick masonry prism test study and from the economic point of view it turns out the use of hollow block Fal-G can save construction costs 20 to 30 %. Observations, limitations and suggestions from the various regions have been described.*

**Keywords:** Fly ash, rattrap bond, prism test, environment, infrastructure, economy

## 1. Pendahuluan

Abu batubara (Fly ash) merupakan material pozzolonic yang dapat digunakan dalam industri konstruksi. Fly ash dapat dibagi dalam 2 (dua) kelompok: Abu batubara berkadar kalsium ( $\text{CaO}$ ) rendah yang diperoleh combustion of bituminous . It has low calcium ( $\text{Ca O}$ ) percentage about 3 % and silica + alumina + iron oxide more than 70 %. High calcium fly ash is produced from combustion of sub-bituminous of lignite coals and it has about 20 % of calcium ( $\text{Ca O}$ ) content and percentage of  $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$  in this fly is less than 70 %. To have better utilization of this fly ash as per Nation's policy on fly ash, trial have been made for making of bricks using fly ash, lime, gypsum and sand or quarry dust.

## 2. Bata Abu abu yang Terbuat dari Abu Batubara – Kapur - Gips

Teknologi pembuatan Batako dari abu batubara-Kapur-Gips telah dikembangkan secara sukses oleh Korporasi Tenaga Panas Nasional (NTPC), Bhanu International dan Perusahaan Listrik Ahmadabad (AEC) untuk Bata Abu-abu buatan pabrik yang dapat menggantikan batu bata

yang terbuat dari hasil pembakaran tanah liat sebagai bahan pembuatan dinding. Hal ini juga diketahui / dikenal sebagai bahwa pembuatan Bata abu-abu dari abu batubara dengan istilah Fly Ash Lime Gypsum (fal-G). Ini bukanlah suatu nama merek dagang, tapi merupakan “duct name” (nama berdasarkan rumusan resep campuran) , yang diberikan untuk memudahkan mengenal identifikasi campuran sesuai resepnya.

## 3. Uji Coba kekuatan terhadap Bata Abu-abu dari Abu Batubara

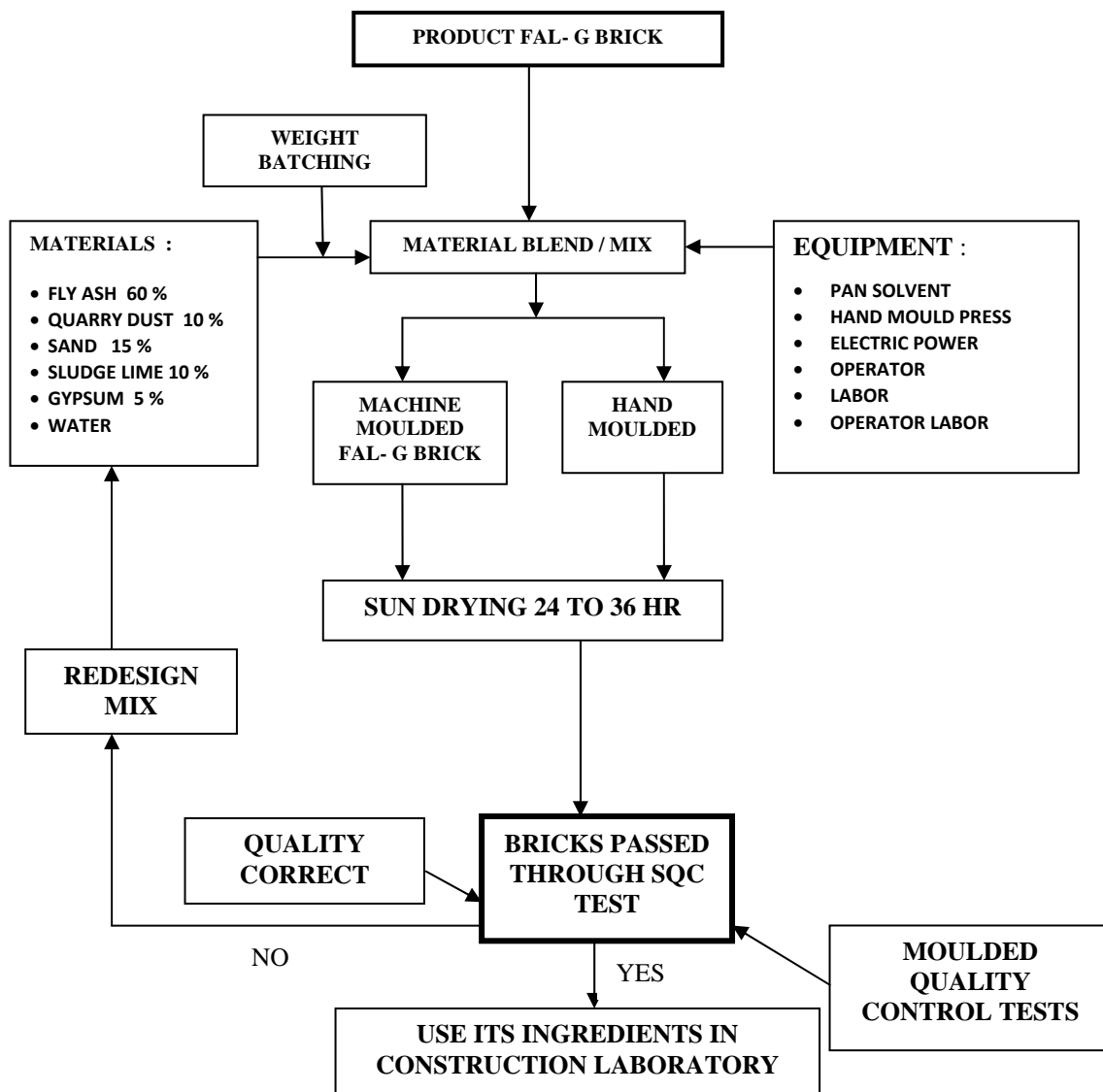
Bata abu-abu yang dipakai hanya buatan mesin. Campuran (mortar) yang digunakan hanya satu macam perbandingan yaitu 1: 6. Jenis-jenis campuran (mortar) yang dipakai (Source *The main basic concept of this test is based on Journal of Institute of Engineers Vol 82 June 2001*):

(a) 1: 6 [Fal-G : pasir],

(b) 1: 6 [Semen : pasir]

Lima sampel dipersiapkan dengan perbandingan 1: 6 Campuran Abu batubara dan lima sampel dipersiapkan dengan campuran semen 1: 6 dengan sendi 10 mm. Percobaan dilakukan pada umur campuran 14 hari.

\* Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tadulako, Palu



Gambar 1. Metodologi Uji coba untuk Bata Abu-abu FaL-G  
Sumber 5) Fly Ash Bricks Masonry : An Ecperimental Studi, Prof. Sameer  
Mistry, Jayesh Pitroda, Dr. L.B. Zain, Prof Smip Patel, Prof. J.J. Bhasvsar, Dr.  
F.S. Umrigar.

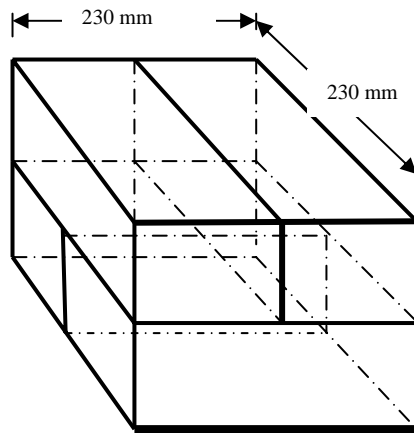
#### 4. Pekerjaan Eksperimen

Pada percobaan ini, kita hanya memakai Bata Abu-abu FaL-G. Bata abu-abu dibentuk dalam wadah pencampur dengan mesin dalam beberapa porsi abu batubara, kapur dan gips maupun debu tambang. Setelah pencetakan bata abu-abu didiamkan selama 20 hari. Setelah 20 hari diadakan pengtesan daya serap air dan kompresi terhadap bata abu-abu. Diperoleh bahwa daya serap air = 15 % and kekuatan tekan /kompresi = 22.68 N/mm<sup>2</sup>. Kemudian campuran dibentuk menjadi

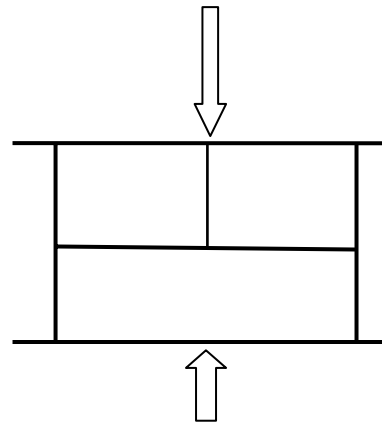
bentuk prisma (lihat gambar di bawah). Campuran (mortar) terdiri dari dua jenis:

- Campuran semen : pasir and
- Campuran FaL-G : pasir

Dengan selesai dibuat dan didiamkan selama umur campuran 14 hari dan dilakukan percobaan tekan. Maka Tabel 1(satu) memperlihatkan tekanan yang terjadi pada retak pertama dan tekanan hancur dalam N/mm<sup>2</sup> setelah umur campuran 14 hari.



Masonry Prism/ Pekerjaan Batu Prisma



Percobaan Tekan

Gambar 2. Masonry Prism (Pekerjaan Batu Prisma)  
Sumber 5) Fly Ash Bricks Masonry : An Ecxperimental Studi,  
Prof. Sameer Mistry, Jayesh Pitroda, Dr. L.B. Zain, Prof  
Smip Patel, Prof. J.J. Bhasvsar, Dr. F.S. Umrigar

Tabel 1. Hasil percobaan Prisma

| SAMPEL<br>NO.               | Tekanan pada retak pertama<br>(N/mm <sup>2</sup> ) |              | Tekanan pada keadaan hancur<br>(N/mm <sup>2</sup> ) |              |
|-----------------------------|--|--------------|---|--------------|
|                             | A  | B            | A   | B            |
| 1.                          | 6.616  | 7.183        | 8.326   | 10.057       |
| 2.                          | 6.561  | 7.290        | 8.885   | 8.752        |
| 3.                          | 6.271  | 6.971        | 8.326   | 8.771        |
| 4.                          | 6.300  | 7.180        | 8.662   | 8.317        |
| 5.                          | 6.660  | 7.071        | 8.330   | 8.519        |
| <b>AVERAGE<br/>STRENGTH</b> | <b>6.481</b>                                       | <b>7.139</b> | <b>8.505</b>  | <b>8.883</b> |

Sumber : 17) Samir Mistry “ Thesis report on study on compressive strength of fly ash bricks” (2002).

Kekuatan Prisma = Kekuatan rata-rata /Satuan unit kekuatan =  $230 * 230 \text{ mm}^2$

A: Campuran Abu batubara (1 : 6), B: Campuran semen (1 : 6)

Kekuatan prisma (A) = 0.85 Kekuatan prisma sedangkan (B) = 0.88

##### 5. Studi tentang Efektifitas biaya pembuatan Bata Abu-abu dari abu Batubara di dalam konstruksi (studi kasus)

Proyek - Penggunaan limbah-limbah industri dalam Konstruksi Proyek Rumah Pedesaan sebanyak 28 unit L.I.G. (Kelompok berpendapatan rendah) di Mahemdabad. Proyek terdiri dari 28 rumah LIG, satu unit Pusat Bangunan Sardarnagar di Mahemdabad (Didukung

oleh HUDCO) Pengembangan Perusahaan yang telah melakukan percobaan dan penelitian bekerja untuk menyelamatkan lingkungan, dengan sebaik-baiknya memanfaatkan bahan dari limbah industri seperti abu batubara (Fly-Ash). Kapur, lumpur gips, Debu Tambang dan tahi biji besi (terak). Dengan menggunakan bahan-bahan limbah yang tersedia secara lokal di lokasi t dan menerapkan teknologi terbaru di dalam industry konstruksi dapat yang aman, kuat dan ekonomis dengan menggunakan

abu batubara hingga 28% sampai 34% lebih pada praktek-praktek konvensional .

Setelah membangun dua unit percontohan pada survai pendapatan no. 491/1 di Mahemdabad dengan menggunakan limbah-limbah industri dan bahan yang diperoleh secara lokal dan menerapkan teknologi “Rat-trap bond” termasuk jasa eksternal. Bata abu-abu yang digunakan adalah fal-G dibandingkan dengan blok Batako yang menggunakan Abu Batubara (Fly ash):

- Bata abu-abu (brick) dari Abu batubara = 225 mm\* 107mm\*75mm
- Batako (hollow blocks) dari Abu batubara = 300 mm\*200 mm\*200 mm

Biaya-biaya dari bata abu-abu (bricks) & Batako (Hollow blocks) adalah masing Rs. 1/- buah and Rs. 5/- buah.

Nilai kuat tekan yang dicapai oleh bata abu-abu (bricks) dari abu batu bara ( Fly ash) adalah 59 sampai 120 kg/cm<sup>2</sup> sedangkan Batako (hollow blocks) dari abu batu bara ( Fly ash) adalah 35 sampai 45 kg/cm<sup>2</sup>.

### 5.1 Rincian proyek

Proyek terdiri dari 28 unit rumah pedesaan untuk kelompok berpenghasilan rendah (L.I.G. houses) (G.F. hanya dengan hak-hak F.F.) yakni dibangun pada bidang tanah dasar

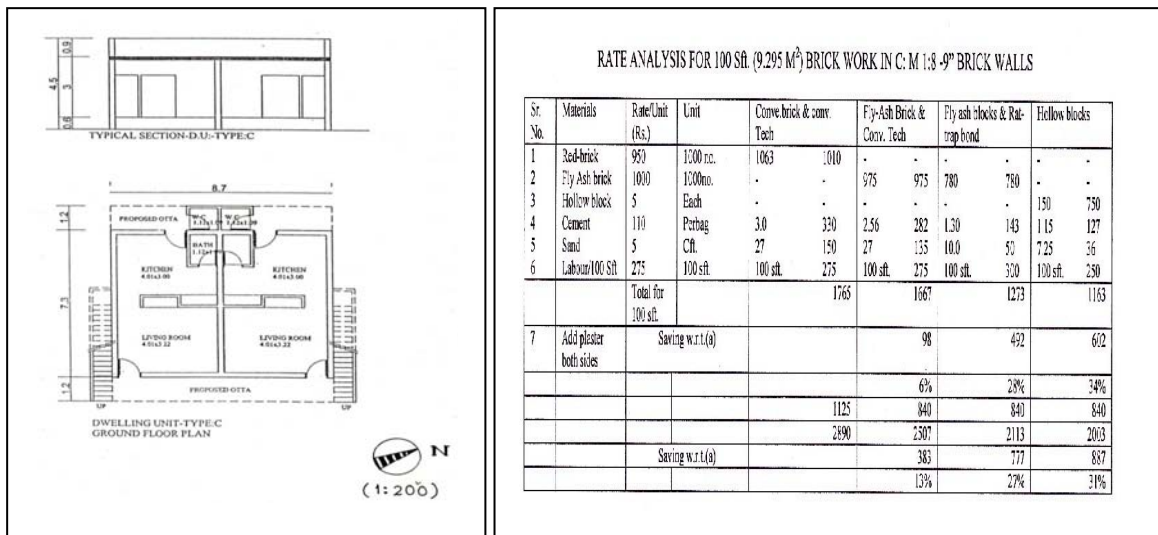
(Plinth area) seluas 44.67 m<sup>2</sup> per unit and lokasi pada bidang tanah kecil (plot area) 88.39 m<sup>2</sup>., Campuran pekerjaan batu untuk batu bata =1 : 6 Pintu-pintu dan Jendela-jendela = rangka (kosen) beton yang tercetak awal (precast) . Ventilator-ventilator = tebal 40 mm (R.C.C. precast) Jali Penggunaan Ekonomis dari batu bata abu-abu (bricks) dari abu batu bara ( Fly-ash) atau blok beronggal atau padat di dalam konstruksi karena dapat menghemat hingga 20 sampai 30% adalah memungkinkan pada teknologi inovatif baru seperti metode “Rat-Trap Bond”. Biaya dari 100 ft<sup>2</sup>. atau 9.259 m<sup>2</sup>. 9" Konstruksi dinding (tembok) bata abu-abu.:-

### 5.2 Temuan temuan studi kasus

Jadi Pusat Bangunan Sardarnagar (Didukung oleh HUDCO) di Mahemdabad, Dist. Kheda, Gujarat, telah mencapai nilai ekonomi hingga 28 % sampai 34 % lebih pada praktek-praktek konvensional dan pengamanan lingkungan adalah menguntungkan.

Biaya dari bidang tanah yang dikembangkan 88.39 m<sup>2</sup> akan menjadi Rs. 29,750.

Dua rumah percontohan yang dibangun memiliki ketahanan dan kekuatan terhadap gempa, yang mengguncang Negara Gujarat pada tanggal 26 Januari 2001.



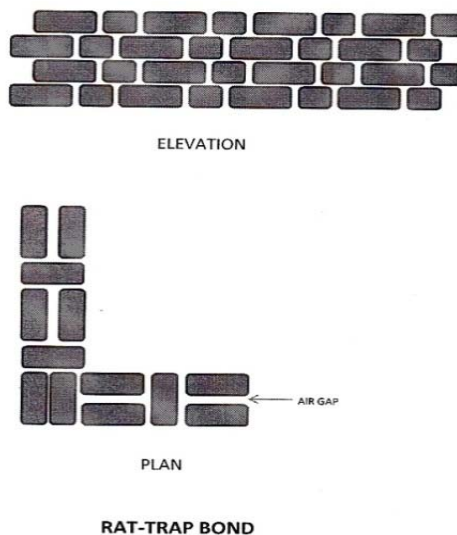
Gambar 3. Plan and elevation of typical LIG house  
 Sumber 5) Fly Ash Bricks Masonry : An Ecpperimental Studi, Prof. Sameer Mistry, Jayesh Pitroda, Dr. L.B. Zain, Prof Smip Patel, Prof. J.J. Bhasvsar, Dr. F.S. Umrigar.

## 6. Sebuah Teknologi Baru untuk Pekerjaan Batu “Rat-Trap Bond”

Sebuah Batu bata abu-abu dengan campuran mortar 1: 6 ditempatkan pada bagian tepi sebagaimana diperlihatkan pada gambar di bawah ini adalah metode “rat-trap bond”.

### 6.1 Keunggulan-keunggulan

- 1) Dibandingkan dengan sebuah dinding batu bata abu-abu setebal 230 mm, konsumsi bata abu-abu berkurang sebesar 25% pada metode rat-trap bond. Karena terjadinya pengurangan jumlah bata abu-abu, maka konsumsi campuran (mortar) semennya juga berkurang.
- 2) Stabilitas dinding tidak terpengaruh dengan adanya bahan berlebih yang dikeluarkan dari sekitar garis tengah.
- 3) Berfungsi sebagai isolator panas yang baik.
- 4) Plesteran pada permukaan luar tidak diperlukan
- 5) Teknologi buruh intensif.



Gambar 4 “Rat-Trap Bond”

Sumber 5) Fly Ash Bricks Masonry : An  
Experimental Studi, Prof. Sameer Mistry, Jayesh  
Pitroda, Dr. L.B. Zain, Prof Smip Patel, Prof. J.J.  
Bhasvsar, Dr. F.S. Umrigar.

### 6.2 Kekurangan-kekurangan

- 1) Tidak berfungsi sebagai isolator suara yang baik.
- 2) Penggalan tanah yang dibutuhkan untuk pembuatan batu bata abu-abu dapat menyebabkan masalah lingkungan. Pekerjaan batu bata abu-abu dengan metode “Rat-trap

bonded” telah banyak digunakan di Kerala, Bengal bagian barat dan banyak lokasi-lokasi lainnya..

Banyak bangunan yang dibangun puluhan tahun lalu telah terbukti bahwa jenis teknologi dinding (penembokan) tahan lama dan biaya pemeliharaannya rendah. Pada rata-rata penembokan dengan sistem “rat-trap bonded” permukaan luar dari dinding batubata abu-abu (bricks) perlu dibersihkan setelah/setiap tiga tahunan dan pengeluaran untuk tujuan ini adalah 1.25 hari kerja buruh tidak trampil per 10.00 m<sup>2</sup> permukaan tembok/ dinding .

### 6.3 Pengamatan-pengamatan dan Saran-saran

Pembangkit listrik di India telah mengalami pertumbuhan yang luar biasa sejak kemerdekaannya. Produksi abu batubara juga meningkat dari 110-130 juta ton di tahun 2010-2011 menjadi 150-170 million ton in tahun 2020-2021, kemungkinan untuk menyeberang menjadi 200 million ton pada decade berikutnya. Produksi abu batubara harus dikelola dengan baik atau jika tidak maka akan menyebabkan polusi terhadap darat, udara dan air ada suatu kekuatiran serius penggunaannya secara maksimal.

Hal ini jelas bahwa membangun infrastruktur akan membutuhkan sejumlah besar bahan bangunan. saat yang sama karena pertumbuhan penduduk mulai prihatin terhadap perubahan iklim disebabkan oleh efek rumah kaca seperti gas CO<sub>2</sub>, emisi gas,. Dalam rangka mengejar tujuan pembangunan prasarana secara berkelanjutan diperlukan untuk menggunakan jumlah produk limbah industri yang lebih besar seperti abu batubara di tempat bahan baku mentahnya. Abu batu memiliki potensi untuk pengembangan bahan bangunan baru yang ramah lingkungan ekonomis dan aman. Karakteristik kinerja berbasis bahan abu batubara (fly ash) memperlihatkan hasil-hasil yang baik.

### 6.4 Observasi

Sayangnya, meskipun meningkat kesadaran akan potensi dari abu batubara (fly ash), namun respon dari para pembangun India dan Pembuatan dengan skala besar (pabrik) terhadap pemanfaatan abu batubara (fly ash) masih acuh tak acuh sampai masa lalu dengan

tingkat pemanfaatan yang sangat kecil yakni hanya 5%.

Pemanfaatan di industri konstruksi kebanyakan oleh pabrik batu bata abu-abu. Pemanfaatan abu batubara yang menguntungkan dalam produksi bata abu-abu / batako bisa melayani dua tujuan sekaligus yakni konsevasi lahan pertanian yang mempunyai nilai ekonomis serta menambah produksi bata abu-abu di negeri ini. Bata abu-abu yang menggunakan abu batubara sedang diproduksi dalam skala besar oleh “West Bengal Power Development Corporation Ltd. (WBPDCCL)” dekat pabriknya di Kolaghatover 25 juta bata abu-abu dari tanah liat dan abu batubara (fly ash) tengah diproduksi di dalam negeri oleh NTPC dan usaha sektor publik lain juga sebagai pabrik-pabrik batu bata abu-abu swasta. Sebuah organisasi Vishakhapatnam berbasis non profit yakni “Bhanu International” telah dikembangkan suatu proses produksi Fal-G. Teknologi-teknologi untuk abu batubara (fly ash) bagi pembuatan bata abu-abu telah dikembangkan oleh laboratorium-laboratorium penelitian terkemuka di India seperti CBRI, CFRI, NCB, NCL, NRDC, dan ACC.

Pemanfaatan abu batubara (fly ash) sebagai bahan bangunan yang layak sekarang diragukan. Dengan pandangan untuk memberikan perangsang bagi peningkatan penggunaan komponen bangunan berbasis abu batubara (fly ash), yang mana pemerintah India telah mengumumkan konsesi dan insentif dalam tiga anggaran Uni yang terakhir. Kewajiban Cukai telah dibebaskan pada bahan dan komponen yang memiliki kadar abu batubara (fly ash) 25 % atau lebih.

Transformasi abu batubara (fly ash) menjadi suatu aset, untuk BMTPC dan kementerian pembangunan perkotaan telah terlibat di dalam penyediaan dukungan layanan untuk mendirikan pabrik-pabrik batu bata abu-abu yang berbasis abu batubara (fly-ash) yang baru, membuat tersedianya profil-profil teknologi, persiapan laporan-laporan studi kelayakan, dan lain sebagainya.

## **7. Batasan-batasan Berkaitan dengan Penggunaan Abu Batubara (fly ash)**

Sebagian besar dari TPPs (Pabrik-pabrik Tenaga Termal) India menggunakan sistem buangan abu batubara basah dan umumnya abu berat dan abu terbang dicampur bersama-sama dan

dibuang ke kolam-kolam pengendapan (settling ponds) Hal ini membuat abu batubara yang dapat digunakan menjadi tidak layak untuk pemanfaatannya di semen blok beton, beton selular, beton lembaran-lembaran (slab). karena terjadi pengurangan di dalam aktifitas sifat ikatan semen (pozzolanic), diikuti dengan pengurangan kehalusan, dan bahkan terjadi peningkatan karbon yang tidak terbakar (unburnt carbon) dan lain sebagainya.

Keterbatasan-keterbatasan sehubungan dengan jarak rata-rata dari tempat pengambilan abu batubara secara komersial diangkut akan menambah biaya akhir yang dikerjakan di pabrik di pusat-pusat konsumsi yang jauh dari lokasi pabrik listrik tenaga uap.

Ada variasi sifat abu batubara pembangkit listrik tenaga termal yang berbeda di dalam negeri, dan bahkan abu batubara dari alat pabrik yang tunggal.

Hal ini mengarah kepada pembatasan dalam penggunaannya, khususnya pada kasus wirausaha skala kecil atau menengah yang tidak mampu untuk memenuhi biaya pengujian. Mesin-mesin untuk produksi bata abu-abu dari abu batubara skala besar atau produk-produk lainnya sedemikian mahal khususnya biaya impor mesin ini sangat mahal yang membuat secara ekonomi proyek menjadi tidak layak.

Karena biaya transportasi yang lebih tinggi dari abu batubara sebagai suatu denda dan materi yang mahal, maka preferensi atau pilihan selalu diberikan kepada lokasi yang sedekat mungkin dengan pembangkit listrik termal untuk mempersiapkan setiap unit manufaktur (pabrik).

Kurangnya dukungan dari lembaga keuangan untuk pendanaan dan lain-lain, serta kurangnya peraturan yang memadai untuk promosi penggunaan abu batubara. Karena keamanan yang super ketat dan tidak perlu panjang prosedur maka pengusaha menghadapi banyak masalah dalam mengeluarkan / memperoleh abu batubara dari pembangkit listrik termal

## **8. Saran-saran**

Saran-saran secara terperinci untuk kualitas, teknologi, infrastruktur, dan lingkungan telah terurai di bawah ini sebagai berikut:

### **8.1 Kualitas**

Sumber penghasil abu batubara (fly ash) di India belum diberikan pengakuan yang cukup

baik untuk abu batu bara yang terendap dan abu batubara yang melayang, sebagai dua sumber bahan yang jelas. Setelah pengakuan ini diberikan abu batu bara yang terendap dan abu batubara yang melayang dapat dikumpulkan dari lokasi yang berbeda tidak akan dicampur bersama-sama dan akan dikumpulkan secara terpisah untuk menghancurkan fitur khusus mereka. Kualitas abu batubara melayang (fly ash) dapat ditingkatkan dengan mengambil langkah yang tepat melalui koleksi yang tepat dalam hal pembakaran batu bara, transportasi serta penyimpanannya. Setiap sekumpulan abu batubara melayang (fly ash) juga dapat diklasifikasi dan disertifikasi pada sumbernya untuk mengetahui seberapa besar yang diperolehnya. Untuk pengujian abu batubara terbang (fly ash), agen yang tepat harus dibentuk dekat dengan titik pengumpulan untuk memasok abu batubara melayang (fly ash) bersertifikat dengan kualitas terhadap IS: 3812-1972.

## 8.2 Teknologi-teknologi

Pemilihan teknologi pembuatan bata abu-abu (brick) berbasis abu batubara melayang (fly ash) harus berdasarkan ketersediaan bahan baku, kekuatan-kekuatan keuangan pengusaha dan karakteristik pasar.

- (i) Teknologi pembuatan bata abu-abu (bricks) berbasis abu batubara (fly ash) harus didorong untuk membuat perubahan terhadap sejumlah besar unit batu bata yang masih berbasis pembakaran tanah liat dan langkah-langkah urgen harus segera diambil karena investasinya rendah dan perubahannyapun minim.
- (ii) Pembuatan bata abu-abu berbasis pasir dan abu batubara terbang (fly ash) harus diperkenalkan sebagai langkah kedua untuk perubahan dari batu bata berbasis pembakaran tanah liat atau berdasarkan kebutuhan pasar.
- (iii) Bata abu-abu (bricks)/ Batako (Hollow blocks) yang terbuat dari abu batubara (Fly ash)-kapur-gips adalah merupakan produk yang sangat baik dan harus berfokus pada pasar-pasar yang berkualitas tinggi should focus on large

high quality markets di mana investasi dan biaya produk yang lebih tinggi bisa diharapkan dapat diterima pasar, yang pada akhirnya akan menemukan produk yang hemat biaya.

## 8.3 Penelitian dan pengembangan

- (i) Sementara teknologi dan proses sedang dikembangkan di sejumlah perusahaan swasta dan lembaga pemerintah di India, potensi menggunakan abu batu-bara (fly ash) dan teknologinya tampaknya telah dikenal bahkan dilakukan oleh rata-rata pengusaha khususnya pengusaha pembuat bata abu-abu (bricks) dan batako (hollow block) berbasis abu batubara (fly ash).
- (ii) Meskipun secara umum diketahui, bahwa reaktivitas kapur terhadap abu batubara (fly ash) meningkat sejalan dengan tingkat kehalusannya, namun saat ini belum ada hubungan definitif yang berevolusi ke arah ini. Olehnya itu proyek penelitian perlu dilakukan oleh satu lembaga bersama dengan penghasil abu batubara (fly ash) dan potensi pengusahanya.

## 8.4 Lingkungan

Metode tentang pembuangan kering harus didorong untuk dilaksanakan dan berusaha dan mencoba untuk mengurangi penggunaan sumber daya air. Untuk para pengusaha izin lingkungan harus diberikan hanya untuk proyek-proyek yang mengintegrasikan cara pengumpulan dan penyimpanan yang tertinggi terhadap abu batu bara (fly ash), Pedoman-pedoman yang tegas harus dikeluarkan untuk proyek-proyek yang ada untuk mentaati aturan-aturan yang ketat bagi control emisi dan penyimpanan abu batubara yang kering di dalam suatu kerangka waktu tertentu.

Penggunaan tanah liat untuk pembuatan batu bata sangat merugikan negara dalam kaitan dengan :

- (i) Rugi secara permanen dari nilai top soil yang tinggi di mana secara alami membutuhkan jutaan tahun untuk membuat kondisi serupa.
- (ii) penggunaan energi yang lebih besar dan
- (iii) mutu batu bata yang sering rendah.

#### 8.5 Prasarana

- i) Biaya Transportasi abu batu bara (fly ash) yang bermasalah. Sehingga Fly ash harus dimanfaatkan dekat dengan sumbernya. Sementara ini akan meningkatkan biaya transportasi produk bata abu-abu (bricks), maka bagian dari Penghematan biaya pembuangan abu batubara terbang (fly ash), harus digunakan untuk mensubsidi biaya ini.
- ii) Transportasi fly ash harus dilakukan secara massal oleh tanker kereta api, kapal tanker atau mobil tanker, yang didisain sesuai kebutuhan dan diperlengkapi. bongkar muat secara otomatis melalui kompresor / vakum pompa yang dipasang pada kapal, kereta api atau mobil tanker harus dimanfaatkan.
- iii) Ekstensif penggunaan teknologi juga akan membantu meningkatkan teknologi dan secara relevan membuat mereka lebih komersial. Beberapa proyek percontohan skala besar yang menggunakan fly ash, komponennya perlu dipasang di Negara bersangkutan.

#### 8.6 Pengembangan sistem pakar

Berbagai karakteristik konstruksi dari bahan-bahan dasar, parameter pekerjaan batu dan desain kekuatan dapat secara sistematis dan logis dikombinasikan untuk mendapatkan satu langkah solusi pemecahan masalah. Hal ini dapat dicapai dengan mengembangkan sistem pakar menggunakan MATLAB, C atau lainnya bahasa pemrograman dikombinasikan dengan rancangan perangkat lunak untuk menghasilkan gambar.

### 9. Kesimpulan

Pemanfaatan abu batubara (Fly ash) di negeri ini tetap kurang dari 10% selama 5 tahun terakhir dan mungkin diperlukan beberapa tahun untuk mencapai tujuan akhir pemanfaatan sen persen. Dari hasil Konferensi Nasional Tren terbaru Rekayasa & Teknologi, setiap tahun hampir 70 juta ton abu batubara diproduksi di India, dimana stasiun NTPC saja berkontribusi secara meluas hingga sekitar 22 juta ton.

Untuk memanfaatkan jumlah abu batubara (fly ash) sebesar ini, harus diambil tindakan yang diperlukan dari pihak pemerintah maupun dari non-pemerintah dalam hal sudut pandang pemanfaatannya.

Berdasarkan hasil-hasil untuk percobaan yang dilakukan pada prisma batu Fal-G (lihat gambar 2) kuat tekan diukur pada umur 14 hari diperoleh tekanan sebesar 85,05 kg/cm<sup>2</sup> untuk adukan semen (1 : 6) dan 8.83 kg/cm<sup>2</sup> untuk campuran abu batubara (fly ash) (1 : 6). Sebagai dibandingkan dengan prisma bata abu-abu konvensional kuat tekan itu adalah antara 13,75 kg/cm<sup>2</sup> untuk 121.80 kg/cm<sup>2</sup> pada umur 28 hari. Sementara Fal-G bata Kekuatan prisma adalah 88.83kg/cm<sup>2</sup> untuk adukan semen (1:6) dan 85,05 kg/cm<sup>2</sup> untuk campuran fly ash (1 : 6) hanya yang berumur 14 hari. Hal ini dapat ditingkatkan hingga mencapai 135 kg/cm<sup>2</sup> sampai 145 kg/cm<sup>2</sup> pada umur 28 hari.

Hasil ini menunjukkan bahwa batu bata Fal-G yang lebih aman, ekonomis dan memiliki kekuatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan batu bata konvensional. Menurut studi kasus bata abu-abu berbasis fly ash dengan pekerjaan dinding konvensional memiliki simpanan 28% biaya dengan batu bata merah dan batu umum konvensional bekerja. Pekerjaan batu yang dikerjakan dengan teknologi baru "Rat-Trap Bond" pada bata abu-abu (bricks) yang berbasis abu batubara (fly ash) memiliki simpanan 33% pada biaya jika dibandingkan dengan batu bata biasa. Selanjutnya bata abu-abu berbasis Fly ash juga memiliki banyak keuntungan seperti

Ringan, Ekonomis, Ramah lingkungan, Menyimpan lahan subur, air murni, Memiliki Kekuatan Tekan yang Lebih tinggi, Penggunaan pemborosan dan lain lain

Dengan demikian, Bata abu-abu berbasis Fly ash adalah salah satu material terbaik yang menggunakan fly ash. Itu dapat disimpulkan bahwa batu bata abu-abu industri manufaktur bahwa penggunaan fly ash adalah techno-ekonomis, jika dimanfaatkan oleh penerapan teknologi yang optimal, yang tersedia dengan tingkat sepadan otomatisasi dan generasi kapasitas. Fly ash bata manufaktur adalah bidang potensial dimana aplikasi pemanfaatan fly ash dalam skala besar adalah memungkinkan.

Dari bab-bab sebelumnya dapat dipahami bahwa abu batu bata terbang (fly ash), merupakan alternatif yang lebih baik ketimbang menggunakan tanah liat yang dibakar secara konvensional terutama dari segi struktural, fungsional dan aspek ekonominya. Industri ini memiliki potensi untuk



mengkonsumsi sedikitnya 50% dari produksi abu batubara di India. Dengan menggunakan aspek ini, kita bisa mengubah sampah menjadi kekayaan. Setelah melihat ke dalam semua aspek dari industri bata abu-abu (bricks) yang berbasis abu batubara terbang (fly ash) dalam aplikasi yang berbeda-beda pada bab-bab sebelumnya, akhirnya diajukan permintaan untuk semua lembaga pemerintah dan non organisasi yang terlibat dalam generasi, penelitian dan pengembangan dan pemanfaatan fly ash, untuk memperpanjang semua kemungkinan bantuan dalam hal teknologi, sumber daya atau keuangan kepada pengusaha yang mencoba untuk maju ke depan dalam mengatur pabrik mereka meskipun harus melalui persaingan yang tangguh serta berbagai set kembali pada unsur pemasaran. Jika hal ini bisa dilakukan secara luas, akan terbukti menjadi loncatan besar tentang kebutuhan terhadap bata abu-abu (bricks) dalam pembangunan yang berkelanjutan.

## 10. Rekomendasi

- Lingkup masa depan
  - Daftar topik yang diberikan di bawah dapat dipelajari lebih lanjut sebagai ekstensi untuk penelitian. Topik ini berkaitan dengan perkembangan terkini dalam bidang pemanfaatan fly ash dan perlu dipelajari secara teknis dan komersial.
  - Fly ash untuk pembangunan Jalan dan Tanggul.
  - Studi kelayakan tentang manufaktur bata abu-abu (bricks) yang berbasis abu batubara (Fly ash) dalam skala besar.
  - Pemanfaatan Fly ash untuk pembuatan Pra-Produk fabrikasi.
  - Fly ash dalam Beton Autoclave yang teraerasi.
  - Mengingat ide campuran dengan kombinasi fly ash - kapur – gipsum – dan pasir, dapat diperluas dengan memproduksi semen dengan campuran sedemikian itu.

## 11. Referensi

American Concrete Institute Journal September - October ' 1987

Building Materials in India: Last 50 years BMTPC Civil Engineering and Construction Review(a) April' 1999 (b) December' 1994 (c) October 1995

Environmental Construction and Valuation [Research -Paper] by B.N.Purohit from the Institution of values, Gujarat zone.

Fly Ash Bricks Masonry : An Ecpermental Studi, Prof. Sameer Mistry, Jayesh Pitroda, Dr. L.B. Zain, Prof Smip Patel, Prof. J.J. Bhasvsar, Dr. F.S. Umrigar.

Fly Ash Brick : Glass Fibre The Innovative Concept For Getting Higher Strength Brick Natan C. Patel, Prof Jayeshkumar Pitroda.

Fly ash Company Limited, 901, A- Wing, Alkapuri Arcade, R.C.Dutt Road, Vadodara - 390 005

Indian Concrete Journal, July 1992 Subject: i) New trend in bricks and blocks: the role of FaL-G N. Bhanumathidas and N.Kalidas

Indian Standard, Guidelines For Utilisation and Disposal of Fly Ash, IS: 10153 - 1982, Indian Standards Institution, New Delhi

Indian Standard Specification For Fly Ash, IS : 3812 ( Part I) - 1966 For Use As Pozzolana IS : 3812 ( Part II) - 1966 For Use As Admixture For Concrete, Indian Standards Institution, New Delhi.

Jayesh Pitroda (2010); paper on “A study of utilization aspect of fly ash in Indian context”

Kesarjan Building Centre Pvt. Ltd., Kerala G.I.D.C., Near Bavla District, Ahmadabad. - Promoted by Govt, of India, through “Housing and Urban Development Corporation (HUDCO)”.

L. NarsimhaRao, Editor “Cement and Building Materials Form Industrials Wastes Proceedings of the national conference” July 24-25' 1992 (India)

New Building Materials and Construction World October, 2000, B.N.Agrawal, S.M.Kohli

Pemanfaatan Abu BatuBara (Fly Ash) untuk Batako (Hollow Block) Yang Bermutu dan Aman Bagi Lingkungan oleh Misbachul Munir

Sardarnagar Building Center (Supported by HUDCO), Mahemdabad 8. NTPC's Guide for users of coal ash. 1999.' Delhi

Samir Mistry (2002); "Thesis report on study on compressive strength of fly ash bricks", Sardar Patel university, V.V.Nagar

The main basic concept of this test is based on Journal of Institute of Engineers, Vol. 82, June 2001 by N.N. Bhise, CBRI, Roorkee.

The Indian Concrete Journal 'November 1993  
Subject: i) Commercialization of fly ash.  
--P.C. Gupta and S.C. Ray

Workshop on Utilization of Fly Ash, May 19-20, 1988 (Roorkee)